連載 オーディオ計測の散歩道

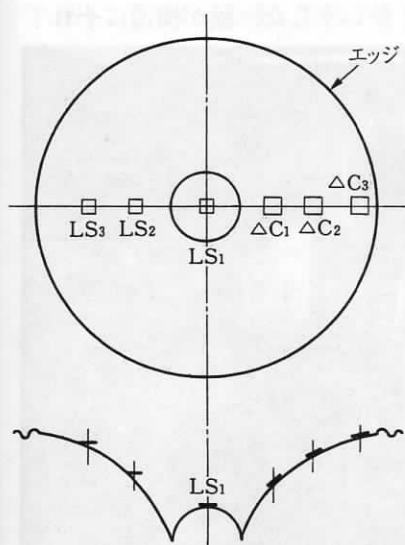
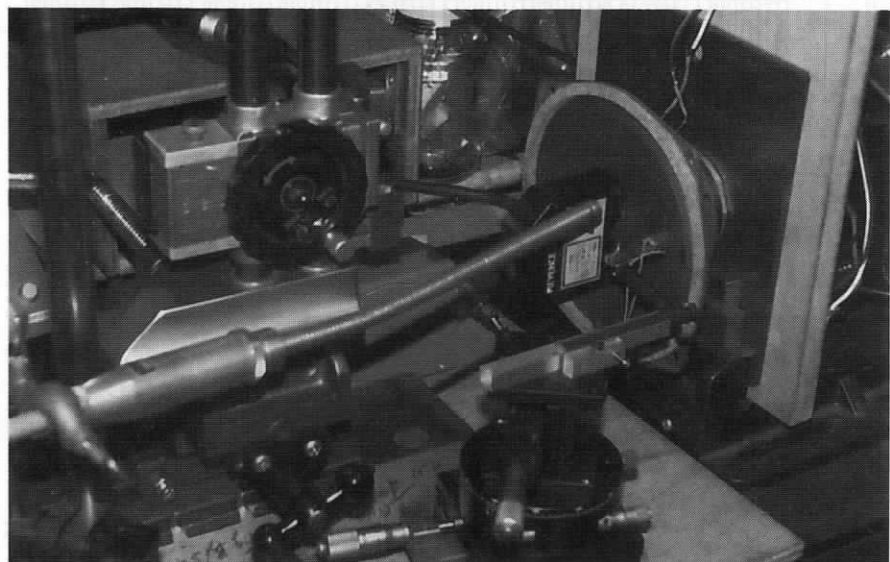
2音法を利用したオーディオ測定

(6) 音圧ではわからないコーンの振動

■小倉幸一■

コーン振動の2チャネル同時測定

2音法と標榜しておきながら，なかなか特徴的な結果が出てきませんので，のんびり"散歩"とばかりいっておられませんが，ガンバリマショウ！

コーン紙の振動検出に静電法(ΔC)とレーザー法(LS)を併用した2チャネルで，スピーカ振動の実体を見てみたいと思います．

〈第1図〉2つの変位計の電極位置

《写真A》レーザー変位計，静電変位計，マイクをユニットの前においた測定風景

被測定スピーカは手元にあったもので，特別な意味はありません．両者の電極はユニットの直径線上の左右対称位置にしましたが，ΔCでは意識してエッジに近い位置に1枚張りました(第1図)．LSのヘッドはボイス・コイルのセンター軸上に置き，レファレンスとしました．

なお，ΔC検出電極のホルダーは1本のベーク棒だったのですが，実際には小回りがきかず不便なので，Z型に作り直しました．それをX，Y，Z，φ(水平回転)の微調整台に乗せ，コーン紙の電極と対向させました(写真A)．これで気がすむまで，曲面上の電極と立体的に見て平行を保持できることになります．ちなみに，ベーク棒は台に固定するとき任意にまわして，最適に平行で固定できます．

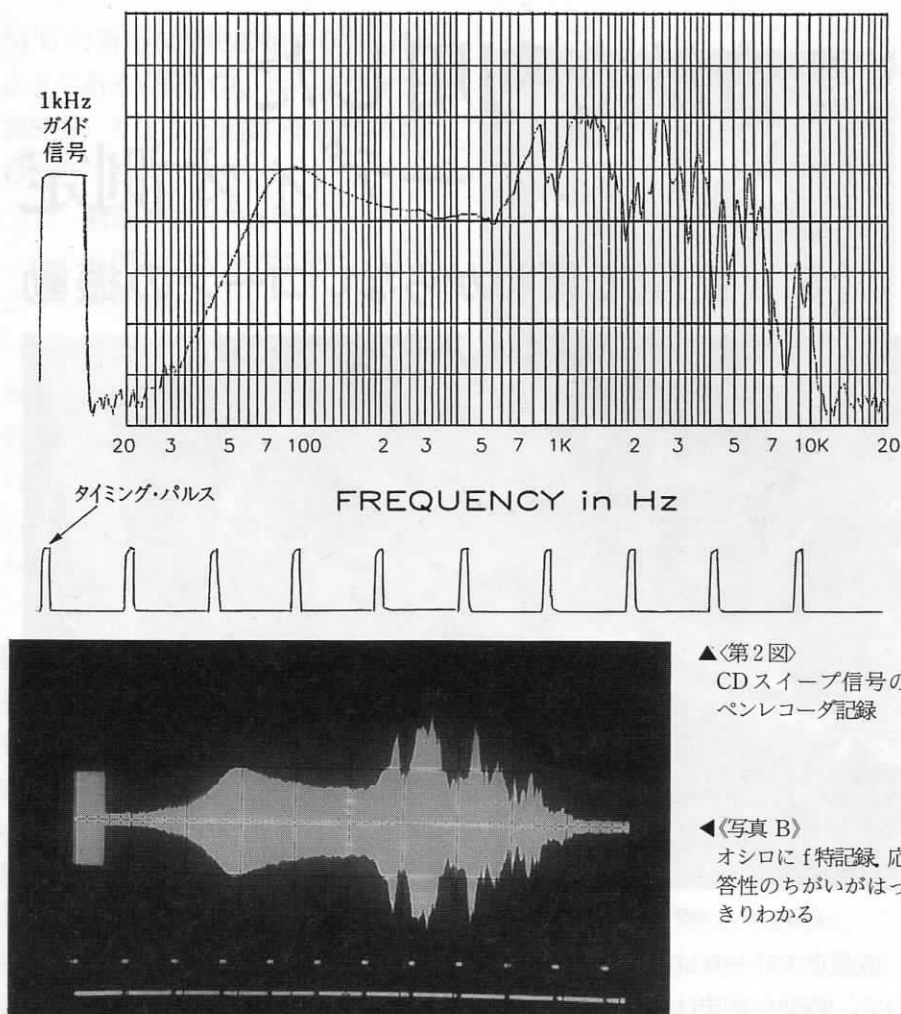
振動の測定に先立ち，被測定スピーカの基本は知っておかなければなりません．先月来，先延ばしになっておりましたスピーカのf特，この実験をしておきましょう．測定といわず実験としたのは，f特表記に関して，メーカーの生産管理上でよく使われているf特表記(ペン書き)法に関して，f特検出(導出)やその物理的コピーの仕方までさまざまな技法が開発されて来ている現在，私的なf特描画をやってみたかっただけです．

f特をオシロで観測する

f特を見るとき，マクロに眺める程度であれば，見かけは同じですから，ピークの数や位置等の比較もほぼ問題はありません．しかし，ピークの鋭さなどでは，その使い道にもよりますが，特にペン記録式では記録紙スピードやペンの応答性が気になります．

そこで，この応答性やA/Dコンバータのサンプリング周波数などを気にしなくてすむアナログ・メモリ

▲〈第2図〉
CDスイープ信号のペンレコーダ記録

◀《写真 B》
オシロにf特記録. 応答性のちがいがはっきりわかる

(管面記録) 法を実験しました. 記録保存は写真撮影によりますから, あまり一般的ではありませんが, ディジタル・カメラの時代ですから…. ただし, 三脚や接写可能なカメラが必要となります.

そんなアナログ機材を使って今回のスピーカを測った結果が, **第2図**と**写真B**です.

測定技法の面から補足事項を以下に記しておきます.

(1) 信号源 (スイープ信号)

今回の実験では, 平衡型マルチ・ペンレコーダを直記式として使いました (応答性テストはこの散歩道第1回, '98, 3月号参照). それに対応しての信号源はテストCDのスイーブ信号を使いました. レコーダのチャート・スピードとの関係で,

・スイープ時間：50秒

・チャート・スピード：80 mm/min

これで20 Hz～20 kHzを50秒, 150 mm長の特性図にまとめました.

レスポンス軸は10 dB/20 mmです. dB特性はレコーダ付属(プラグインLOGアンプ) を使いました. チャート紙に対数周波数目盛をつけなければなりませんが, 目盛をCADでOHP用紙に描き, f特チャートと重ねてコピーして, 観察するようにしました (**第2図**).

(2) アナログ管面記録

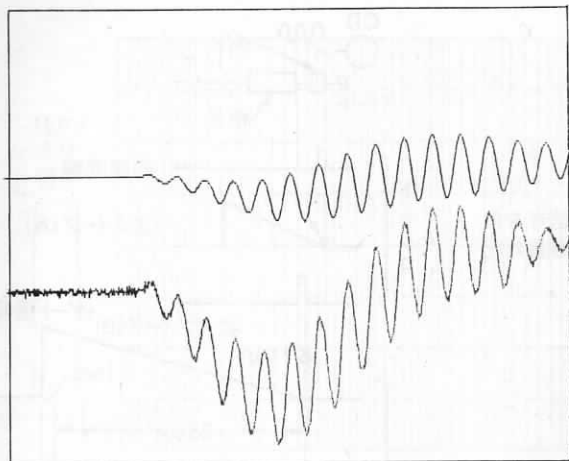
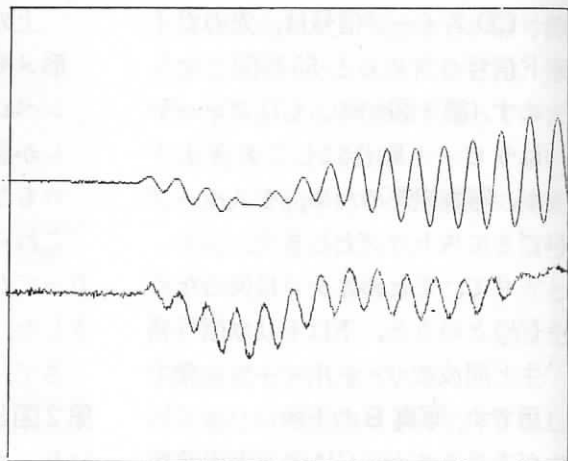
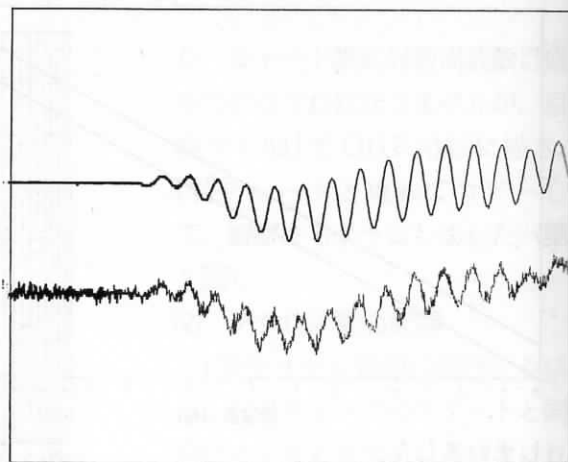
f特をオシロ管面に描画するには, 信号スイープのスタートと同時にオシロもスタートさせなければなりません. 今回筆者が信号源として使ったテストCDには, 幸か不幸かガイド信号が入っていました. すぐ20 Hzスタートでないため, 管面全体をf特描画に使えません. その代わり, ガイド信号をレスポンス基準およびトリガとして使いました. システム全景を**写真C**に示します.

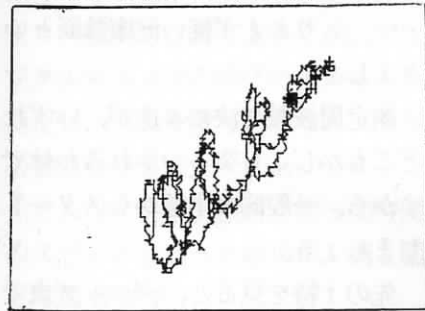
なにしろ回路などの手作りなしで実験しようと思い立ったものですから, 大げさになってしまいました. 3台のオシロの中段が管面メモリ型の今回の主役です. ハレーションがなく, シャープなf特を残してくれます.

実は音楽を聴くとき, そのエンベロープの変化を眺めるのに使っていたもので, 以前黒田徹氏作のDレンジ・プロセッサ試聴のときも使いました. 話が横道にそれて

《写真C》
測定風景全景. 左上に3つのオシロが重なっている

◀〈第7図〉
静電変位計によるΔC_1点の波形

〈第8図〉▶
同じくΔC_2点での波形

〈第9図〉(下)
同じくΔC_3点での波形

信号はピップ波を使います．先月号以来使っている第2音(B音)ですが，2.5 msecの立上がり(立下がり)の傾斜を持たせたものです．バーストでの1 kHzの立上がり(立下がり)ではコーンのトランジェントな動きが激しく,肝心な1 kHzのレスポンスが観察できません．

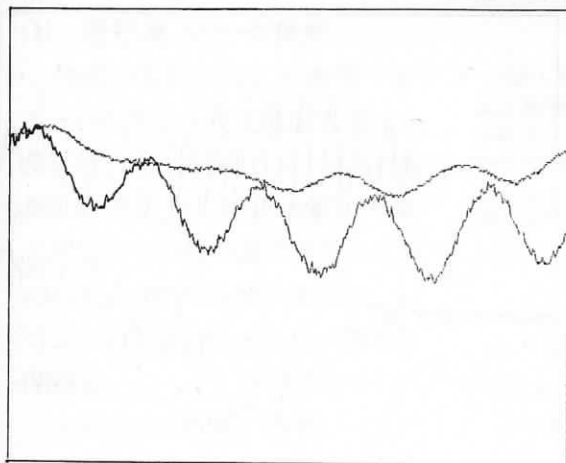
第5図はマイク＝音圧の出力波形です．コーン中央はごらんのとおりの振動です．ただ，マイクにはトランジェントなパターンがまったく出ていないのは意外です．f特のピーク・ポイントの波形は全景を提示したもので(5 msec/div)，つぎに2 msec/divとしてみましょう．**第6図**がそれです．

これに対応してのコーンの別な場所ΔC_1(**第1図**参照．センターから番号付け)ではどうでしょうか．**第7図**から**第9図**まで番号順にΔC_1，ΔC_2，ΔC_3と示しました．ΔC_3はエッジすれすれです．一見してわかるのは，ΔC_3のレスポンスです．4～5波目で位相が逆転しています．もちろんセンターLSのレスポンスは同じ位相で動いています．

〈第10図〉ΔC_3と中央LS点出力とのリサージュ波形

では，この部分のリサージュを見てみます．**第10図**ですが，注目したいのは輪が薄くなっていて，右肩で一瞬振幅が0に近くなっていることです．といっても，波形のほうがはっきりしていますので，このパターンは，さらにアベレージをかけて見やすくしたときにご紹介します．

とりあえずさらに拡大した波形を**第11図**に示しました．LSの＋ピークがΔC_3波形の立上がり部位から立下がり部位へ移っていくのが確認できると思います．

さらに，ΔC_{1}～$_{3}$への経過を波形を重ねながら観察してみると，連続的であることがわかります．コーン各部が中域でもこのように各種の姿勢で振動していること，マイクでは見られない実体を垣間見ることができました．

参考までにこの部位ΔC_3での1.3 kHzのレスポンスを**第12図**に挙げておきます．

◀〈第11図〉
第10図波形のそれぞれの拡大

〈第12図〉▶
ΔC_3での1.3 kHzの波形